



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001337267 A**(43) Date of publication of application: **07.12.01**

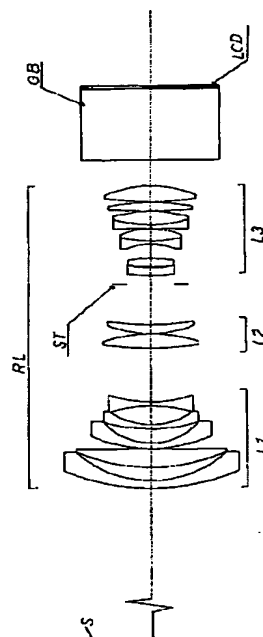
(51) Int. Cl.

G02B 13/04
G02B 13/18(21) Application number: **2000153482**(22) Date of filing: **24.05.00**(71) Applicant: **CANON INC**(72) Inventor: **WADA TAKESHI****(54) RETROFOCUS LENS AND OPTICAL EQUIPMENT
USING THE SAME****(57) Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a retrofocus lens having high optical performance suitable for a liquid crystal projector, and to provide an optical equipment using the lens.

SOLUTION: In this retrofocusing lens, a 1st lens group has negative refractive power, a 2nd lens group has positive refractive power and a 3rd lens group has positive refractive power in the case of separating the lens to the 1st, the 2nd and the 3rd lens groups in order from an enlargement side while putting a wide distance as a boundary between the 1st and the 2nd ones inside the lens system. Assuming that the focal distance of the 1st lens group is (f₁), the lens satisfies a conditional expression. (1) $0.72 < f_2/f_3 < 1.1$.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-337267
(P2001-337267A)

(43) 公開日 平成13年12月7日 (2001.12.7)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 2 B 13/04
13/18

G 0 2 B 13/04
13/18

D 2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-153482(P2000-153482)

(22) 出願日 平成12年5月24日 (2000.5.24)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 和田 健

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

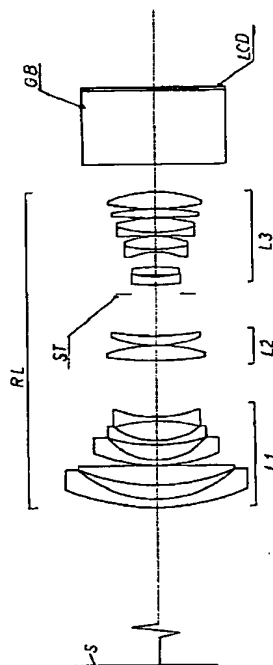
Fターム(参考) 2H087 KA01 LA03 MA09 PA13 PA19
PB15 QA02 QA07 QA17 QA21
QA26 QA34 QA41 QA45 RA05
RA12 RA13 RA32 UA01

(54) 【発明の名称】 レトロフォーカス型レンズ及びそれを用いた光学機器

(57) 【要約】

【課題】 液晶プロジェクターに好適な高い光学性能を有したレトロフォーカス型レンズ及びそれを用いた光学機器を得ること。

【解決手段】 レンズ系内部における1番目と2番目に広い空気間隔を境に拡大側より順に第1、第2、第3レンズ群に分けたとき、該第1レンズ群は負の屈折力、該第2レンズ群は正の屈折力、該第3レンズ群は正の屈折力を有し、該第1レンズ群の焦点距離を f_1 としたとき、 $0.72 < f_2/f_3 < 1.1$ (1)の条件式を満たすことを特徴とするレトロフォーカシング型レンズ。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レンズ系内部における1番目と2番目に広い空気間隔を境に拡大側より順に第1、第2、第3レンズ群に分けたとき、該第1レンズ群は負の屈折力、該第2レンズ群は正の屈折力、該第3レンズ群は正の屈折力を有し、該第*i*レンズ群の焦点距離を*f_i*としたとき、

$$0.72 < f_2 / f_3 < 1.1 \quad (1)$$

の条件式を満たすことを特徴とするレトロフォーカス型レンズ。

【請求項2】 前記、第1レンズ群の焦点距離を*f₁*、全系の焦点距離を*f*としたとき、

$$0.5 < |f / f_1| < 1.0 \quad (2)$$

の条件式を満たすことを特徴とする請求項1のレトロフォーカス型レンズ。

【請求項3】 前記、第1レンズ群は拡大側に凸面を向けた3枚以上のメニスカス状の負レンズ、および1以上の正レンズにより構成されたことを特徴とする請求項1記載のレトロフォーカス型レンズ。

【請求項4】 前記、第1レンズ群は1以上の非球面レンズを含むことを特徴とする請求項1記載のレトロフォーカス型レンズ。

【請求項5】 前記、第1レンズ群に含まれる非球面レンズはプラスチック製であることを特徴とする請求項4記載のレトロフォーカス型レンズ。

【請求項6】 絞りを有し前記、第2レンズ群は該絞り面よりも拡大側に配置されることを特徴とする請求項1記載のレトロフォーカス型レンズ。

【請求項7】 絞りを有し、該絞りから縮小側に配置しているレンズ群に関する拡大側主平面位置までの距離を*o₁*、前記絞りから縮小側に配置されたレンズ群の焦点距離をそれぞれ*f_s*、*f_t*としたとき、

$$0.75 < o_1 / f_{s \cdot t} < 1.0 \quad (3)$$

の条件式を満たすことを特徴とする請求項1記載のレトロフォーカス型レンズ。

【請求項8】 前記、第3レンズ群は非球面レンズを1以上含むことを特徴とする請求項1記載のレトロフォーカス型レンズ。

【請求項9】 前記、第3レンズ群に含まれる非球面レンズはプラスチック製であることを特徴とする請求項8記載のレトロフォーカス型レンズ。

【請求項10】 前記、第3レンズ群は、拡大側より負レンズと正レンズとを接合した貼合わせレンズを1以上含むことを特徴とする請求項1記載のレトロフォーカス型レンズ。

【請求項11】 前記、第3レンズ群の1つの貼合わせレンズの正レンズの材質の阿べ数は80以上であることを特徴とする請求項10記載のレトロフォーカス型レンズ。

【請求項12】 Floating方式のフォーカス調整

をすることを特徴とする請求項1記載のレトロフォーカス型レンズ。

【請求項13】 請求項1～12のいずれか1項のレトロフォーカス型レンズを有することを特徴とする光学機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、レトロフォーカス型レンズ及びそれを用いた光学機器に関し、例えば画像を固定された有限距離にて、スクリーンに拡大投写する高精細プロジェクション装置に用いられる、短い投写距離、被投影画面からスクリーンまでの距離で大きな画面に投写できながらも、色合成プリズム等の配置スペースを十分確保でき、画面周辺まで十分な照度を確保できる明るい投写画像が得られる光学機器に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】 従来より液晶表示素子などの表示面に基づく画像を固定された有限距離にて、スクリーンに拡大投射するプロジェクション用の投射レンズとして負の屈折力のレンズ群が先行するネガティブリード型のプロジェクションレンズが多用されている。この投射レンズはレトロフォーカス型レンズより成り比較的広画角化が可能であり、かつ焦点距離に比して長いバックフォーカスを確保することが容易である為、主に3板方式のプロジェクション用の投射レンズに多く用いられている。この負の屈折力のレンズ群が先行するレトロフォーカス型レンズは前述した特徴を有している反面、光学系の全長が大きくなるなどの問題も有している。

【0003】 特開平07-181378号公報および特開平08-211286号公報では、レトロフォーカスタイプを採用して、色合成系を配置するのに適当な長さのバックフォーカスを確保した投射レンズが提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 一般にレトロフォーカス型レンズは前方に負の屈折力のレンズ群、後方に正の屈折力のレンズ群を配置した全体として非対称のレンズ構成より成っている。この為、コマ収差、歪曲収差等の軸外諸収差の発生量が多くなる傾向があった。

【0005】 又、長いバックフォーカスを確保する為に前方のレンズ群の負の屈折力の絶対値を大きくしなければならぬため、更に諸収差の発生量が多くなり、一般にこれらの諸収差をバランス良く良好に補正するのが大変難しいという問題点があった。

【0006】 液晶方式のプロジェクター用の投射レンズの用途を考えると、様々な投写環境・条件に対応したいといったニーズの中から、短い投写距離にて明るく大きな画面に投写可能な広角系の投射レンズが望まれている。

【0007】しかしながら、広角化（投写サイズの短縮化）を図りつつ適当な長さのバックフォーカスを確保しようとすると、諸収差のうち特に歪曲収差が増大し、これを補正することが困難になってくる。

【0008】明るい画像を投写するといったニーズに対しては、液晶開口部に関して、みかけの開口効率を改善するために各画素にそれぞれマイクロレンズを搭載するモデルが多くなってきており、それに伴って液晶表示装置の画像を拡大投写する投射レンズにも前記マイクロレンズと整合性が良い大口径の投射レンズが望まれてきて

いる。
【0009】また、投射レンズとしては液晶の配光特性、または複数の色光を合成する時の色合成ダイクロイック膜の角度依存の影響を排除して、かつ照明系との良好なマッチングをはかり画面の周辺での照度を十分に確保する為に色合成プリズムに対して、みかけの瞳位置が無遠方にある所謂テレセントリックな光学系であることが望ましい。

【0010】前記従来の投射レンズでは、半画角23°、Fno4～5.6程度であり、像面（液晶表示装置）側の瞳位置が近いこと上記ニーズに応えるべく液晶方式の投射レンズとして使用するには問題があった。

【0011】本発明は、広画角で明るく小型で、歪曲収差の発生が少なく、例えば拡大投射プロジェクション装置に好適な、高精細な画像投影を行うことができるバックフォーカスの長いテレセントリックなレトロフォーカシング型レンズ及びそれを用いた光学機器の提供を目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明のレトロフォーカシング型レンズは、レンズ系内部における1番目と2番目に広い空気間隔を境に拡大側より順に第1、第2、第3レンズ群に分けたとき、該第1レンズ群は負の屈折力、該第2レンズ群は正の屈折力、該第3レンズ群は正の屈折力を有し、該第1レンズ群の焦点距離を f_1 としたとき、

$$0.72 < f_2 / f_3 < 1.1 \quad (1)$$

の条件式を満たすことを特徴とするレトロフォーカシング型レンズとしている。

【0013】請求項2の発明は請求項1の発明において前記、第1レンズ群の焦点距離を f_1 、全系の焦点距離を f としたとき、

$$0.5 < |f / f_1| < 1.0 \quad (2)$$

の条件式を満たすことを特徴とする請求項1のレトロフォーカシング型レンズとしている。

【0014】請求項3の発明は請求項1の発明において前記、第1レンズ群は拡大側に凸面を向けた3枚以上のメニスカス状の負レンズ、および1以上の正レンズにより構成されたことを特徴とする請求項1記載のレトロフォーカシング型レンズとしている。

【0015】請求項4の発明は請求項1の発明において前記、第1レンズ群は1以上の非球面レンズを含むことを特徴とする請求項1記載のレトロフォーカシング型レンズとしている。

【0016】請求項5の発明は請求項4の発明において前記、第1レンズ群に含まれる非球面レンズはプラスチック製であることを特徴とする請求項4記載のレトロフォーカシング型レンズとしている。

【0017】請求項6の発明は請求項1の発明において絞りを有し前記、第2レンズ群は該絞り面よりも拡大側に配置されることを特徴とする請求項1記載のレトロフォーカシング型レンズとしている。

【0018】請求項7の発明は請求項1の発明において絞りを有し、該絞りから縮小側に配置しているレンズ群に関する拡大側主平面位置までの距離を o_1 、前記絞りから縮小側に配置されたレンズ群の焦点距離をそれぞれ f_{str} としたとき、

$$0.75 < o_1 / f_{str} < 1.0 \quad (3)$$

の条件式を満たすことを特徴とする請求項1記載のレトロフォーカシング型レンズとしている。

【0019】請求項8の発明は請求項1の発明において前記、第3レンズ群は非球面レンズを1以上含むことを特徴とする請求項1記載のレトロフォーカシング型レンズとしている。

【0020】請求項9の発明は請求項8の発明において前記、第3レンズ群に含まれる非球面レンズはプラスチック製であることを特徴とする請求項8記載のレトロフォーカシング型レンズとしている。

【0021】請求項10の発明は請求項1の発明において前記、第3レンズ群は、拡大側より負レンズと正レンズを接合した貼合わせレンズを1以上含むことを特徴とする請求項1記載のレトロフォーカシング型レンズとしている。

【0022】請求項11の発明は請求項10の発明において前記、第3レンズ群の1つの貼合わせレンズの正レンズの材質のアッベ数は80以上であることを特徴とする請求項10記載のレトロフォーカシング型レンズとしている。

【0023】請求項12の発明は請求項1の発明においてFloating方式のフォーカス調整をすることを特徴とする請求項1記載のレトロフォーカシング型レンズとしている。

【0024】請求項13の発明の光学機器は請求項1から12のいずれか1項のレトロフォーカシング型レンズを用いていることを特徴としている。

【0025】

【発明の実施の形態】図1、図2は本発明の数値実施例1のレンズ断面図と収差図である。図3、図4は本発明の数値実施例2のレンズ断面図と収差図である。図5、図6は本発明の数値実施例3のレンズ断面図と収差図で

ある。

【0026】図7、図8は本発明の数値実施例4のレンズ断面図と収差図である。

【0027】レンズ断面図において、RLはレトロフォーカス型レンズ（投射レンズ）であり、レンズ系をその内部における1番目と2番目に広い空気間隔を境に3つのレンズ群に分割したとき拡大側（距離の長い方向の共役点側）から順に第1レンズ群L1、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3としている。

【0028】このとき、第1レンズ群L1は負の屈折力、第2レンズ群L2は正の屈折力、第3レンズ群L3は正の屈折力より成り立っている。

【0029】Sはスクリーン（物体側）である。投射レンズRLは液晶表示素子等から成る表示面（像面）LCDに表示した画像をスクリーンS上に拡大投射している。

【0030】スクリーンS側が距離の長い第1共役点側、表示面LCDが距離の短い第2共役点である。STは絞りである。

【0031】GBは色分解プリズム、色合成プリズム、フィルター等であり、ガラスブロックとして示している。

【0032】フォーカスはレンズ系全体を移動させて行い、このとき第2レンズ群L2と第3レンズ群L3との間隔が変化するフローティングを利用している。

【0033】本発明のレトロフォーカス型レンズは、以上のレンズ構成の基で第2、第3レンズ群の焦点距離を f_2 、 f_3 としたとき、

$$0.72 < f_2 / f_3 < 1.1 \quad (1)$$

を満足するようにしている。

【0034】条件式(1)は第2および第3レンズ群の屈折力配分を表しており、主に軸外収差補正と必要最小限のバックフォーカスを確保するための条件式である。条件式(1)の下限を超えると十分な長さのバックフォーカスが確保できなくなったり、また縮小側の瞳位置までの距離が不足してスクリーン周辺照度が低下してくる。また、逆に条件式(1)の上限を超えると、主にバックフォーカスが長くなりすぎたり、レトロフォーカス型レンズ特有の拡大側での糸巻き型の歪曲収差が増大し、これを補正するのが困難になるため好ましくない。

【0035】尚、本発明において更に好ましくは条件式(1)の数値範囲を次のとおり設定するのが良い。

【0036】

$$0.8 < f_2 / f_3 < 1.0 \dots \dots (1a)$$

本発明のレトロフォーカス型レンズでは以上のように、レンズ構成を特定することにより、バックフォーカスの長い高い光学性能を有したレトロフォーカス型レンズを達成している。

【0037】尚、本発明において更に所定のバックフォーカスが容易に得られ、しかも軸外収差を良好に補正

し、画面全体の光学性能をバランス良く補正するには、次の条件のうち少なくとも1つを満足させるのが良い。

【0038】(ア-1) 前記、第1レンズ群の焦点距離を f_1 、全系の焦点距離を f としたとき、

$$0.5 < |f / f_1| < 1.2 \quad (2)$$

の条件式を満たすことである。

【0039】条件式(2)は、第2・第3レンズ群の合成の結像倍率を規定するものであり、上記下限を超えると、収差補正上は有利に作用するが、必要な長さのバックフォーカスを確保するのが難しくなる。また上限を超えると、負の屈折力の第1レンズ群の屈折力が大きくなる傾向を示し、さらには第1レンズ群内の収差が増大される方向に作用するため結像性能上好ましくないことと、及びバックフォーカスが必要以上に長くなってくるので良くない。

【0040】尚、本発明において、更に好ましくは条件式(2)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0041】

$$0.8 < |f / f_1| < 1.0 \quad (2a)$$

(ア-2) 前記、第1レンズ群は拡大側に凸面を向けた3枚以上のメニスカス状の負レンズ、および1以上の正レンズにより構成されたことを特徴とする請求項1記載のレトロフォーカス型レンズのことである。

【0042】これは第1レンズ群内のレンズ構成を規定するものである。第1レンズ群は広角系レンズで長いバックフォーカスを確保するために全レンズ群と比較すると最も大きな屈折力を有しており、さらにレンズ系の絞り位置から最も遠い位置に配置される。このため軸外収差を良好に補正するためには、できるだけ軸外光線を緩やかに屈曲させなければならない。

【0043】上記、事項のため負の屈折力の第1レンズ群には3枚以上のメニスカス状の負レンズを採用し、これらのレンズにて発生する収差を補正するために1枚以上の正レンズを用いている。

【0044】(ア-3) 前記、第1レンズ群は1以上の非球面レンズを含むことである。絞り位置から最も遠い位置に配置される、第1レンズ群に、非球面レンズを採用するのが、特にレトロフォーカス型レンズタイプ特有の拡大側での糸巻き型歪曲を良好に補正するのに効果的である。

【0045】(ア-4) 前記、第1レンズ群に含まれる非球面レンズはプラスチック製であることである。

【0046】第1レンズ群に用いる非球面レンズの材質は特に硝子材に限らない。

【0047】例えば、第1レンズ群のような径が大きくなるようなところにはプラスチック材の方が軽量化および量産性を考えると適している。

【0048】(ア-5) 絞りを有し前記、第2レンズ群は該絞り面よりも拡大側に配置されることである。

【0049】第2レンズ群は絞り面よりも拡大側に配置

されるのが良い。これは第2レンズ群により主に歪曲収差およびコマ収差を良好に補正するためである。

【0050】この条件から外れてしまうと、強い負の屈折力を有する第1レンズ群にて発生する歪曲収差等の軸外収差を良好に補正するのが難しくなる。

【0051】(ア-6) 絞りを有し、該絞りから縮小側に配置しているレンズ群に関する拡大側主平面位置までの距離を $o1$ 、前記絞りから縮小側に配置されたレンズ群の焦点距離をそれぞれ $fstr$ としたとき、

$$0.75 < o1/fstr < 1.0 \quad (3)$$

の条件式を満足することである。

【0052】この構成により、縮小側の瞳位置を略無限遠方に配置することが容易となり、例えば液晶プロジェクターのような装置に適用した場合、スクリーン上に画面周辺まで高い照度を確保することが容易となる。この条件式(3)の領域を越えると、前述のように画面周辺の照度が落ちたり、色分解又は色合成用のダイクロイック膜を用いたとき、そのダイクロイック膜の角度特性(帯域シフト)によりスクリーン上での色むらが発生して画質の品位が低下する。また、収差の観点からは、条件式(3)の上限を越えると、絞りから後ろのレンズ群の正の屈折力が大きくなりすぎて、特に周辺画角での内向性コマ収差等が増大するため好ましくない。

【0053】(ア-7) 前記、第3レンズ群は非球面レンズを1以上含むことである。

【0054】前記、第3レンズ群には非球面レンズを少なくとも1枚含むのが良い。

【0055】第3レンズ群に非球面レンズを採用することにより、効率よく特に歪曲および像面湾曲を補正することが容易となる。

【0056】(ア-8) 前記、第3レンズ群に含まれる非球面レンズはプラスチック製であることである。

【0057】第3レンズ群に用いる非球面レンズの材質は特に硝子材に限らず、前述の第1レンズ群内の非球面レンズ同様、例えばPMMAのようなプラスチック材であってもよい。

【0058】(ア-9) 前記、第3レンズ群は、拡大側より負レンズと正レンズを接合した貼合わせレンズを1以上含むことである。

【0059】第3レンズ群をこのように構成することにより液晶プロジェクション用として用いたときに問題となる色ずれ(倍率色収差)を良好に補正するのが容易となる。

【0060】(ア-10) 前記、第3レンズ群の1つの貼合わせレンズの正レンズの材質のアッペ数は80以上であることである。

【0061】第3レンズ群の貼合わせレンズを構成する正レンズの材質にはアッペ数80以上の硝子を使用するのが良い。これによれば前述の色収差の補正に関して、特に可視光短波長帯域について大きな効果を発揮す

る。

【0062】(ア-11) Floating方式のフォーカス調整をすることである。

【0063】様々なスクリーンサイズに対応するためにも、フォーカス機構が必要であるが、その際の広角レンズ特有の像面倒れを補正するために、本発明のレンズ系ではレンズ群間隔を可変として、Floating調整を利用するのが良い。

【0064】次に本発明の各数値実施例のレンズ構成の特徴について説明する。図1の数値実施例1のレトロフォーカス型レンズでは、第1レンズ群L1に、長いバックフォーカスを確保するために全系で最も強い屈折力をあたえている。又これにより、 $F/2.0$ 、周辺照度比60%といった明るいレンズ系を実現しながら前玉の径を小さく保つことに貢献している。

【0065】また、第1レンズ群にメニスカス状の負レンズを3枚を用いて、軸外光線を緩やかに屈曲させ歪曲・非点収差の発生を抑え、拡大側から2番目の正レンズG2(凸レンズ)の材質に異常分散性を有するランタン系重フリント材を採用して特に倍率色収差を良好に補正している。

【0066】第2レンズ群L2はレンズ系内の絞り位置より、拡大側に配置しており、主に第1レンズ群内にて発生する歪曲収差等を補正している。この第2レンズ群により反転倍率を与えて、第1および2レンズ群の合成焦点距離が正の屈折力を有するようにしている。

【0067】本実施例では第2レンズ群に対して絞りSPを挟んで第3レンズ群を配置している。

【0068】第3レンズ群は第1・第2レンズ群の合成群の像に縮小倍率を与えて所望の焦点距離を得ることと、絞りの像を縮小側からみて見かけ上遠方に配置する作用をしている。このとき、併せて色合成系が配置されるための長いバックフォーカスを確保することを考えると、第3レンズ群配列は拡大側に負の屈折力を配置してレトロフォーカスのような屈折力配置にしたほうが有利である。

【0069】また、倍率色収差を可視光広帯域にて良好に補正するため負レンズにはLa系(ランタン系)の硝子を、また正レンズの硝子材に、異常分散性を有するFK01を1枚選択していることにより、主に可視光での青側(水銀紫g線)付近の倍率色収差を良好に補正している。

【0070】またスクリーン上での照度を確保するためにも、各レンズ面には多層コートを採用している。

【0071】また、フォーカス時の広角レンズ特有の像面倒れを補正するために、本実施例のレンズでは絞り直前(スクリーン側)の空気間隔を可変として、Floating(フローティング)調整を利用している。

【0072】フローティングではレンズ系全体を移動させつつ、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変化さ

10

20

30

40

50

せている。

【0073】本実施例のレトロフォーカス型レンズを第1レンズ群により1.8m（数値実施例をmm単位で表示したとき、以下同じ）にフォーカスしたときの収差図を図2に示す。

【0074】図3の数値実施例2のレトロフォーカス型レンズでは、実施例1と比較して、第3レンズ群の構成に関して負レンズを一枚絞りの前（スクリーン）側に配置して縮小側の瞳位置を遠方に配置させる効果をもたせている以外は同じなので、詳細説明は省略する。

【0075】なお、本実施例のレトロフォーカスレンズを第1レンズ群により1.8mにフォーカスしたときの収差図を図4に示す。

【0076】図5の数値実施例3のレトロフォーカス型レンズでは実施例1と比較して、第3レンズ群の構成に関して負レンズを一枚絞りの前（スクリーン）側に配置して縮小側の瞳位置を遠方に配置させる効果をもたせている以外は同じなので、詳細説明は省略する。

【0077】図7の数値実施例4のレトロフォーカス型レンズでは実施例1と比較して、第1レンズ群および第3レンズ群にそれぞれ1枚ずつ非球面レンズを配置しており、それぞれASPとして表示している。

【0078】前記非球面レンズは本実施例ではプラスチック性を採用している。プラスチックモールドレンズは、安価で加工しやすいため量産性に優れている。

【0079】本実施例では第1レンズ群には負レンズ（拡大側より3番目のレンズG3）、第3レンズ群には正レンズ（拡大側より14番目のレンズG14）とそれぞれ負レンズと正レンズにプラスチック材より成る非球面を採用することによって温度・湿度等の対環境変化にたいしてビント面位置などに影響を与え難い設計としており、効果としては、主に歪曲等の軸外収差を効率良く補正するのに負レンズG3および正レンズG14非球面は有効である。しかしながら、G14正レンズG14に関しては、pmma材にしたことにより、例えば、ベッツヴァール和が増加する等の性能面で制約がでる場合はこの限りでなく硝子切削非球面等を採用することも可能であ

る。

【0080】これらの非球面レンズの屈折力に関しては、製造上の誤差、温度等の環境変化に対する適応性を考えると、本実施例のように全系の屈折力と比して弱く（屈折力比にて30%以下）設定することが好ましい。また、本プラスチックレンズ面には透過率改善のため低温甲コートを施している。

【0081】その他の点に関しては実施例1と同じなので詳細な説明は省略する。

10 【0082】なお、本実施例のレトロフォーカスレンズを第1レンズ群により1.8mにフォーカスしたときの収差図をそれぞれ図8に示す。以下に本発明の数値実施例を記載する。

【0083】数値実施例において、 R_i は拡大側より順に第*i*番目の面の曲率半径、 D_i は第*i*番目の面と第*i*+1番目の面の間隔（レンズ厚あるいは空気間隔）、 N_i と n_i はそれぞれ第*i*番目の光学部材の材質の屈折率とアッペ数である。

【0084】数値実施例1、2、4において $\gamma 30 \sim \gamma 37$ 、数値実施例3、において $\gamma 32 \sim \gamma 39$ は最も像面側の平板レンズGBは、色合成プリズム、偏光フィルター等のガラスブロックを示す。

【0085】又、前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表-1に示す。

【0086】又、非球面形状は、光軸方向にX軸、光軸と垂直方向H軸、光の進行方向を正とし、Rを近軸曲率半径、各非球面係数をK、B、C、D、E、Fとしたとき、

【0087】

30 【数1】

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}} + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10} + FH^{12}$$

【0088】なる式で表している。又、「 $D-X$ 」は「 10^{-X} 」を意味している。

【0089】

【外1】

∞

f= 33.62952

fno=1:2.0 2w=75.0°

r 1= 155.904	d 1= 6.00	n 1=1.81185	v 1= 25.4
r 2= 79.630	d 2= 10.42		
r 3= 129.408	d 3= 14.50	n 2=1.83876	v 2= 37.2
r 4= 23184.211	d 4= 0.10		
r 5= 103.519	d 5= 4.30	n 3=1.60524	v 3= 60.6
r 6= 44.141	d 6= 11.25		
r 7= 112.968	d 7= 3.50	n 4=1.60524	v 4= 60.6
r 8= 49.709	d 8= 14.87		
r 9= -106.292	d 9= 3.20	n 5=1.48898	v 5= 70.2
r10= 86.036	d10= 42.43		
r11= 201.195	d11= 11.75	n 6=1.60524	v 6= 60.6
r12= -100.040	d12= 0.10		
r13= 77.965	d13= 6.98	n 7=1.83876	v 7= 37.2
r14= 184.024	d14=可変		
r15= (絞り)	d15= 7.38		
r16= 209.688	d16= 5.59	n 8=1.70386	v 8= 30.1
r17= 60.634	d17= 1.23		
r18= 138.575	d18= 6.95	n 9=1.69948	v 9= 55.5
r19= -103.254	d19= 11.19		
r20= -40.000	d20= 2.30	n10=1.80585	v10= 35.0
r21= 88.707	d21= 9.68	n11=1.49830	v11= 81.5
r22= -54.802	d22= 0.30		
r23= -1304.742	d23= 2.70	n12=1.83876	v12= 37.2
r24= 82.921	d24= 10.90	n13=1.48898	v13= 70.2
r25= -91.975	d25= 0.30		
r26= 430.740	d26= 6.91	n14=1.66120	v14= 50.9
r27= -158.760	d27= 0.30		
r28= 185.413	d28= 12.78	n15=1.64100	v15= 55.4
r29= -79.056	d29=可変		
r30= ∞	d30= 56.00	n16=1.51805	v16= 64.1
r31= ∞	d31= 0.20		
r32= ∞	d32= 0.50	n17=1.76295	v17= 55.0
r33= ∞	d33= 0.20		
r34= ∞	d34= 1.10	n18=1.54178	v18= 65.0
r35= ∞	d35= 0.20		
r36= ∞	d36= 0.80	n19=1.46152	v19= 65.0
r37= ∞			

焦点距離 可変間隔	33.63
d 14	32.08
d 29	21.03

【0090】

【外2】

f= 33.66814 fno=1:2.2 2w=77.0°

r 1=	120.855	d 1=	6.00	n 1=	1.81185	v 1=	25.4
r 2=	67.623	d 2=	15.48				
r 3=	132.075	d 3=	13.39	n 2=	1.83876	v 2=	37.2
r 4=	3006.941	d 4=	0.10				
r 5=	114.820	d 5=	4.30	n 3=	1.60524	v 3=	60.6
r 6=	45.634	d 6=	12.67				
r 7=	151.554	d 7=	3.50	n 4=	1.60524	v 4=	60.6
r 8=	53.260	d 8=	13.55				
r 9=	-163.916	d 9=	3.20	n 5=	1.48898	v 5=	70.2
r10=	95.585	d10=	43.06				
r11=	316.871	d11=	13.87	n 6=	1.51805	v 6=	64.1
r12=	-70.000	d12=	0.10				
r13=	68.155	d13=	7.36	n 7=	1.83876	v 7=	37.2
r14=	166.349	d14=	19.89				
r15=	-368.273	d15=	3.50	n 8=	1.64373	v 8=	34.5
r16=	210.340	d16=	可変				
r17=	(絞リ)	d17=	5.35				
r18=	-381.147	d18=	4.08	n 9=	1.48898	v 9=	70.2
r19=	-85.747	d19=	17.64				
r20=	-40.488	d20=	2.30	n10=	1.80585	v10=	35.0
r21=	98.402	d21=	9.55	n11=	1.49830	v11=	81.5
r22=	-54.686	d22=	0.30				
r23=	-921.258	d23=	2.70	n12=	1.83876	v12=	37.2
r24=	82.880	d24=	12.28	n13=	1.48898	v13=	70.2
r25=	-78.635	d25=	0.30				
r26=	383.897	d26=	8.24	n14=	1.60524	v14=	60.6
r27=	-131.662	d27=	0.30				
r28=	140.187	d28=	13.65	n15=	1.60524	v15=	60.6
r29=	-98.396	d29=	可変				
r30=	∞	d30=	56.00	n16=	1.51805	v16=	64.1
r31=	∞	d31=	0.20				
r32=	∞	d32=	0.50	n17=	1.76295	v17=	55.0
r33=	∞	d33=	0.20				
r34=	∞	d34=	1.10	n18=	1.54178	v18=	65.0
r35=	∞	d35=	0.20				
r36=	∞	d36=	0.80	n19=	1.46152	v19=	65.0
r37=	∞						

焦点距離 可変間隔	33.67
d 16	12.79
d 29	22.00

【0091】

【外3】

15

16

f= 33.59853

fno=1:2.2 2w=77.2°

r 1=	152.873	d 1=	6.00	n 1=	1.81185	v 1=	25.4
r 2=	80.434	d 2=	12.17				
r 3=	152.949	d 3=	13.44	n 2=	1.83876	v 2=	37.2
r 4=	-1878.595	d 4=	0.10				
r 5=	104.077	d 5=	4.30	n 3=	1.66966	v 3=	48.3
r 6=	46.420	d 6=	9.71				
r 7=	104.857	d 7=	3.50	n 4=	1.74753	v 4=	44.8
r 8=	50.761	d 8=	15.80				
r 9=	-89.095	d 9=	3.20	n 5=	1.48898	v 5=	70.2
r 10=	94.117	d 10=	38.32				
r 11=	246.063	d 11=	12.11	n 6=	1.69948	v 6=	55.5
r 12=	-110.480	d 12=	0.10				
r 13=	87.817	d 13=	8.75	n 7=	1.83876	v 7=	37.2
r 14=	249.141	d 14=	32.23				
r 15=	84.489	d 15=	5.01	n 8=	1.81185	v 8=	25.4
r 16=	74.978	d 16=	可変				
r 17=	(絞り)	d 17=	6.93				
r 18=	90.483	d 18=	3.40	n 9=	1.83876	v 9=	37.2
r 19=	60.653	d 19=	1.29				
r 20=	236.136	d 20=	5.02	n 10=	1.48898	v 10=	70.2
r 21=	-70.872	d 21=	10.96				
r 22=	-36.011	d 22=	2.30	n 11=	1.80585	v 11=	35.0
r 23=	110.943	d 23=	9.38	n 12=	1.49830	v 12=	81.5
r 24=	-50.149	d 24=	0.30				
r 25=	-1892.337	d 25=	2.70	n 13=	1.83876	v 13=	37.2
r 26=	79.498	d 26=	12.17	n 14=	1.48898	v 14=	70.2
r 27=	-80.017	d 27=	0.30				
r 28=	1124.367	d 28=	7.30	n 15=	1.62008	v 15=	63.3
r 29=	-128.641	d 29=	0.30				
r 30=	188.278	d 30=	14.32	n 16=	1.60524	v 16=	60.6
r 31=	-74.919	d 31=	可変				
r 32=	∞	d 32=	56.00	n 17=	1.51805	v 17=	64.1
r 33=	∞	d 33=	0.20				
r 34=	∞	d 34=	0.50	n 18=	1.76295	v 18=	55.0
r 35=	∞	d 35=	0.20				
r 36=	∞	d 36=	1.10	n 19=	1.54178	v 19=	65.0
r 37=	∞	d 37=	0.20				
r 38=	∞	d 38=	0.80	n 20=	1.46152	v 20=	65.0
r 39=	∞						

焦点距離 可変間隔	33.60
d 16	2.82
d 31	22.00

【0092】

【外4】

f= 33.58561

fno=1:2.0 2w=75.1°

r 1=	200.000	d 1=	6.00	n 1=	1.81185	v 1=	25.4
r 2=	85.536	d 2=	4.65				
r 3=	100.432	d 3=	15.11	n 2=	1.83876	v 2=	37.2
r 4=	410.220	d 4=	0.10				
r 5=	90.956	d 5=	4.30	n 3=	1.49354	v 3=	57.4
r 6=	42.434	d 6=	8.88				
r 7=	83.298	d 7=	3.50	n 4=	1.60524	v 4=	60.6
r 8=	38.061	d 8=	20.49				
r 9=	-91.000	d 9=	3.20	n 5=	1.48898	v 5=	70.2
r10=	72.951	d10=	30.56				
r11=	164.260	d11=	11.48	n 6=	1.62528	v 6=	58.2
r12=	-118.884	d12=	0.10				
r13=	89.000	d13=	8.76	n 7=	1.83876	v 7=	37.2
r14=	1923.229	d14=	可変				
r15=	(絞り)	d15=	0.45				
r16=	-290.057	d16=	4.60	n 8=	1.64373	v 8=	34.5
r17=	73.312	d17=	0.92				
r18=	155.726	d18=	6.92	n 9=	1.69948	v 9=	55.5
r19=	-82.433	d19=	14.24				
r20=	-41.211	d20=	2.30	n10=	1.80585	v10=	35.0
r21=	58.401	d21=	10.19	n11=	1.49830	v11=	81.5
r22=	-54.175	d22=	0.30				
r23=	148.126	d23=	2.70	n12=	1.83876	v12=	37.2
r24=	60.000	d24=	9.78	n13=	1.48898	v13=	70.2
r25=	-371.429	d25=	0.30				
r26=	212.680	d26=	8.15	n14=	1.49355	v14=	57.1
r27=	-120.246	d27=	0.30				
r28=	236.372	d28=	14.69	n15=	1.64100	v15=	55.4
r29=	-62.331	d29=	可変				
r30=	∞	d30=	56.00	n16=	1.51805	v16=	64.1
r31=	∞	d31=	0.20				
r32=	∞	d32=	0.50	n17=	1.76295	v17=	55.0
r33=	∞	d33=	0.20				
r34=	∞	d34=	1.10	n18=	1.54178	v18=	65.0
r35=	∞	d35=	0.20				
r36=	∞	d36=	0.80	n19=	1.46152	v19=	65.0
r37=	∞						

焦点距離 可変間隔	33.59
d 14	32.02
d 29	19.77

19
no type
asph 6 q

r_1 4.24343D+01 k_2 -4.46246D-01 B_3 -9.19464D-08 C_4 -2.84793D-10 D_5 8.33802D-14 E_6 -7.66393D-17
 A'_1 0.00000D+00 B'_2 0.00000D+00 C'_3 0.00000D+00 D'_4 0.00000D+00 E'_5 0.00000D+00
 F_1 0.00000D+00 G_2 0.00000D+00 H_3 0.00000D+00
 F'_1 0.00000D+00 G'_2 0.00000D+00

asph 27 q

r_1 -1.10246D+02 k_2 -7.21258D+00 B_3 3.42475D-07 C_4 9.24739D-11 D_5 -4.85644D-14 E_6 4.10916D-19
 A'_1 0.00000D+00 B'_2 0.00000D+00 C'_3 0.00000D+00 D'_4 0.00000D+00 E'_5 0.00000D+00
 F_1 0.00000D+00 G_2 0.00000D+00 H_3 0.00000D+00
 F'_1 0.00000D+00 G'_2 0.00000D+00

【0094】

【表1】

条件式	数値実施例			
	1	2	3	4
(1) f_2/f_3	0.887	0.857	0.881	0.846
(2) f/f_1	0.885	0.869	0.961	0.978
(3) $01/fstr$	0.860	0.862	0.864	0.874

【0095】

【発明の効果】本発明によれば広画面で明るく小型で、歪曲収差の発生が少なく、例えば拡大投射プロジェクション装置に好適な、高精細な画像投影を行うことができるバックフォーカスの長いテレセントリックなレトロフォーカス型レンズ及びそれを用いた光学機器を達成することができる。

【0096】この他本発明によれば広角でありながらも長いバックフォーカスを有し、しかも大口径である、例えば高精細液晶方式の投写レンズ好適なレトロフォーカス型レンズを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の数値実施例1のレンズ断面図。

【図2】本発明の数値実施例1の1.8mm（数値実施例をmm単位で表示したとき）の物体にフォーカスしたときの収差図。

【図3】本発明の数値実施例2の1.8mm（数値実施例をmm単位で表示したとき）の物体にフォーカスしたときの収差図。

【図4】本発明の数値実施例2の1.8mm（数値実施例をmm単位で表示したとき）の物体にフォーカスしたときの収差図。

【図5】本発明の数値実施例3の1.8mm（数値実施例をmm単位で表示したとき）の物体にフォーカスしたときの収差図。

【図6】本発明の数値実施例3の1.8mm（数値実施例をmm単位で表示したとき）の物体にフォーカスしたときの収差図。

【図7】本発明の数値実施例4の1.8mm（数値実施例をmm単位で表示したとき）の物体にフォーカスしたときの収差図。

【図8】本発明の数値実施例4の1.8mm（数値実施例をmm単位で表示したとき）の物体にフォーカスしたときの収差図。

【符号の説明】

L1 第1レンズ群

L2 第2レンズ群

L3 第3レンズ群

ASP 非球面

LCD 液晶表示装置（像面）

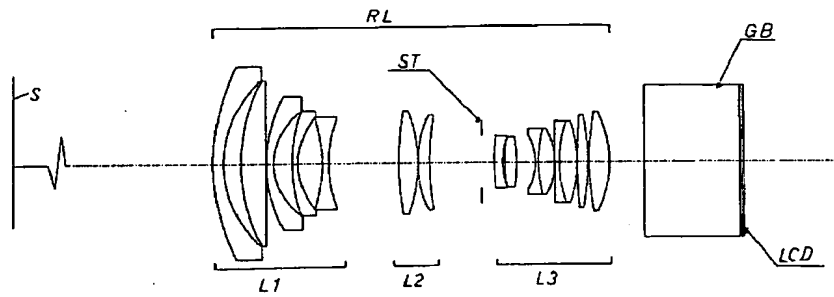
GB 硝子ブロック

ST 絞リ

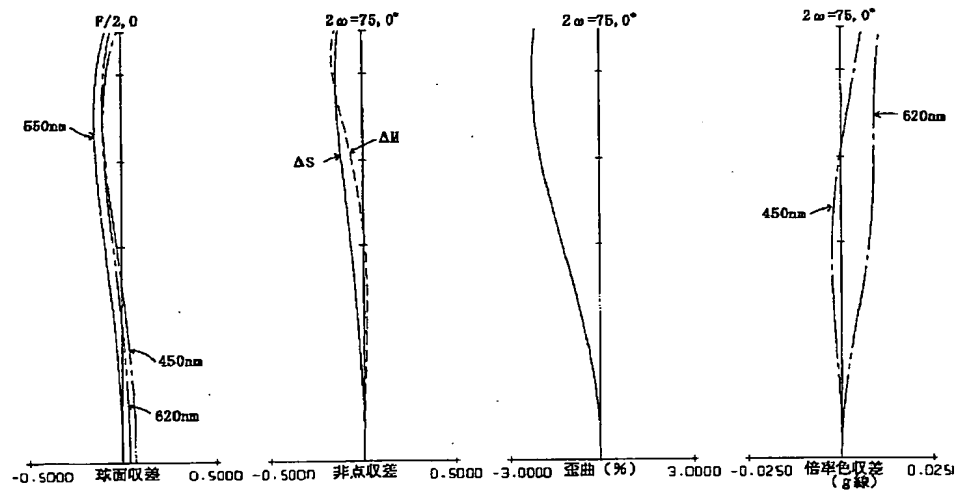
Δ S Sagittal 像面の倒れ

Δ M Meridional 像面の倒れ

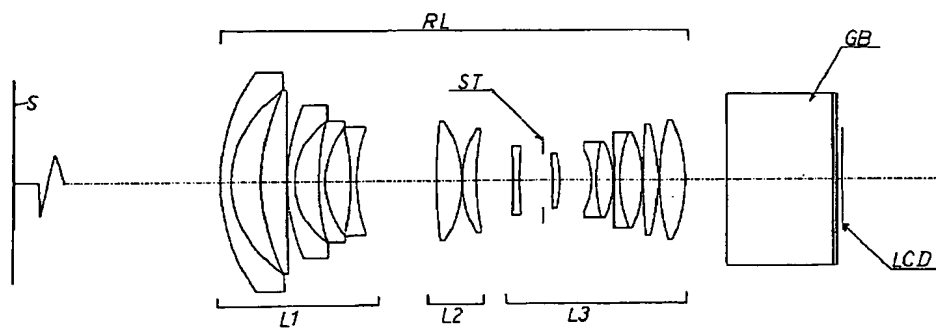
【図1】



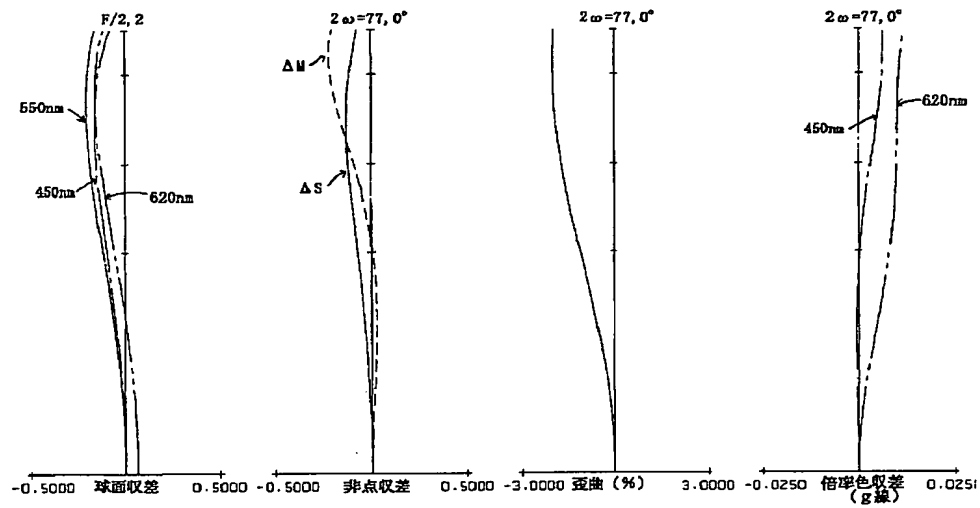
【図2】



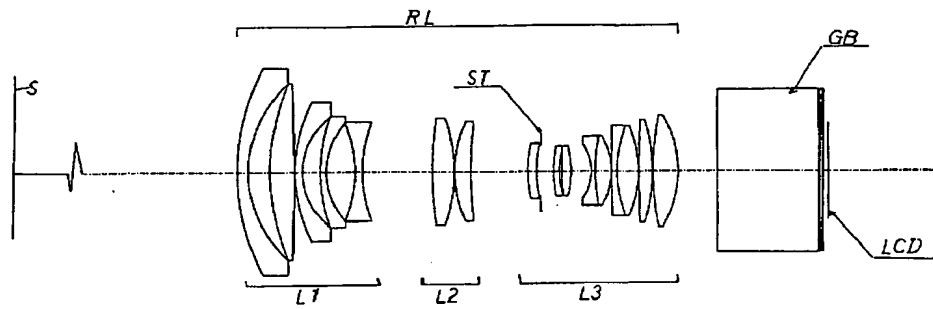
【図3】



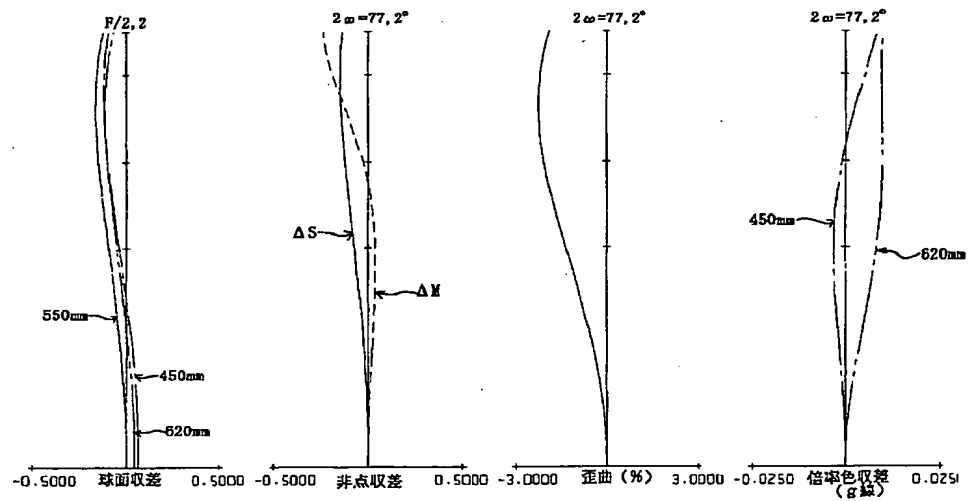
【図4】



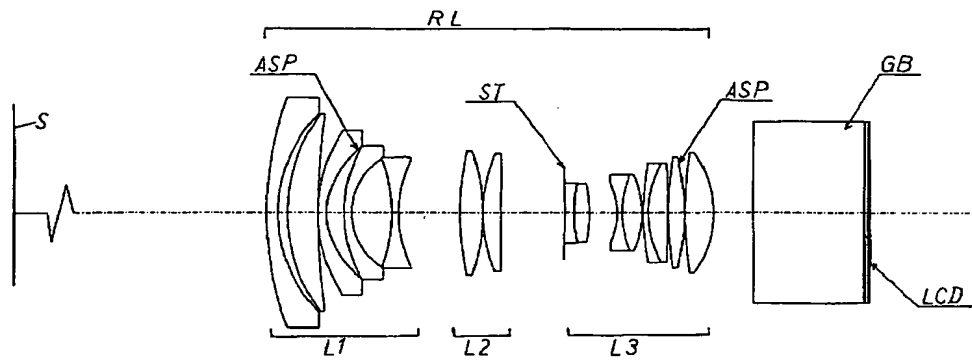
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

